

**STUDI ANALISIS MODIFIKASI BATANG TEGAK LURUS DAN  
SAMBUNGAN BUHUL TERHADAP LENDUTAN, TEGANGAN PELAT  
BUHUL DAN KEBUTUHAN MATERIAL PADA JEMBATAN  
RANGKA BAJA AUSTRALIA KELAS A**

**JURNAL**



Disusun Oleh:

**MUHAMMAD SYAHID THONTHOWI**

**NIM. 105060100111060-61**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
MALANG  
2014**

**STUDI ANALISIS MODIFIKASI BATANG TEGAK LURUS DAN  
SAMBUNGAN BUHUL TERHADAP LENDUTAN, TEGANGAN PELAT  
BUHUL DAN KEBUTUHAN MATERIAL PADA JEMBATAN  
RANGKA BAJA AUSTRALIA KELAS A**

Muhammad Syahid Thonthowi, Sugeng P. Budio dan Ari Wibowo  
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang  
Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia  
E-mail : sthonthowi@gmail.com

**ABSTRAK**

Jembatan rangka baja Australia kelas A mempunyai bentuk konfigurasi jembatan warren dengan ciri khas elemen diagonal tanpa elemen vertikal. Pada jembatan tipe ini sambungan batang di setiap buhul mempunyai jarak yang relatif besar sehingga, pelat sambung mengalami tegangan yang berlebih akibat momen sekunder yang bekerja dan gaya batang yang tidak ditransfer ke batang lain secara langsung. Pada studi ini jembatan dimodifikasi dengan menambahkan batang tegak lurus dan memodelkan sambungan buhul dengan batang yang bertemu pada satu titik. Selanjutnya dilakukan analisis modifikasi batang tegak lurus dan sambungan buhul terhadap lendutan, tegangan pelat buhul dan kebutuhan material pada jembatan rangka baja Australia kelas A.

Studi ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan lendutan yang terjadi antara jembatan rangka baja Australia kelas A dan jembatan rangka baja Australia kelas A dengan modifikasi batang tegak lurus, perbedaan tegangan yang terjadi pada pelat sambung buhul dengan gaya batang terbesar antara jembatan rangka baja Australia kelas A dan jembatan rangka baja Australia kelas A dengan modifikasi sambungan buhul serta perbedaan kebutuhan material antara jembatan rangka baja Australia kelas A dan jembatan rangka baja Australia kelas A dengan modifikasi batang tegak lurus.

Hasil dari studi ini menunjukkan bahwa penambahan batang tegak lurus mempunyai pengaruh lebih besar dalam hal mengurangi lendutan jembatan pada bentang pendek dari pada bentang panjang. Modifikasi buhul dengan mempertemukan batang-batang pada satu titik berpengaruh pada persebaran tegangan pada pelat penyambung, dibuktikan dengan kondisi pelat eksisting mengalami tegangan yang lebih besar pada beberapa titik sekitar baut dari pada pelat kondisi ideal (modifikasi). Dari segi kebutuhan material baja dan selisih lendutan, penambahan batang tegak lurus untuk mengurangi lendutan lebih cocok diterapkan pada jembatan dengan bentang yang pendek.

**Kata Kunci :** Jembatan Rangka Baja Australia Kelas A, Modifikasi Batang Tegak Lurus, Modifikasi Sambungan Buhul, Kebutuhan Material.

**PENDAHULUAN**

Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki keragaman bentuk muka bumi mulai daratan hingga lautan. Kondisi yang demikian ini mempunyai hubungan yang erat dengan aktifitas manusia sebagai penghuninya terutama kegiatan transportasi. Penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat berpengaruh pada kegiatan manusia untuk mengelola dan memanfaatkan kondisi lingkungan fisik untuk kesejahteraan hidupnya dalam hal ini

adalah sarana transportasi yang dapat menunjang kegiatan manusia.

Jembatan sebagai salah satu sarana transportasi mempunyai peranan yang sangat penting bagi kelancaran lalu lintas. Dimana fungsi jembatan adalah menghubungkan rute atau lintasan transportasi yang terpisah baik oleh rawa, sungai, danau, selat, saluran, jalan raya, jalan kereta api dan perlintasan lainnya. Awalnya jembatan hanya dipakai untuk menghubungkan dua tempat terpisah

dengan jarak yang relatif pendek. Seiring dengan perkembangan teknologi, jembatan dapat dipakai untuk menghubungkan tempat terpisah pada jarak yang berjauhan bahkan sampai menyeberangi laut. Dengan semakin meningkatnya teknologi dan fasilitas pendukung seperti perangkat lunak serta perangkat keras komputer, bentangan bukan merupakan kendala lagi. Dari segi perkonomian, jembatan dapat mengurangi biaya transportasi sedangkan dari segi efisiensi waktu, dengan adanya jembatan dapat mempersingkat waktu tempuh pada perjalanan darat yang saling terpisah. Jembatan juga dapat meningkatkan daerah tertinggal untuk dapat lebih berhubungan dengan daerah lain dengan mudah.

Mengingat pentingnya peranan jembatan bagi kehidupan manusia, maka harus ditinjau kelayakan konstruksi jembatan tersebut, dalam hubungannya dengan klasifikasi jembatan sesuai dengan tingkat pelayanan dan kemampuannya dalam menerima beban. Dalam kaitannya dengan keselamatan, maka perlu diperhatikan juga tingkat keamanan dan kenyamanan dalam pemakaian jembatan tersebut apakah masih layak untuk digunakan atau harus diadakan perbaikan hingga penggantian.

Jembatan berdasarkan jenis materialnya dibagi menjadi jembatan kayu, beton bertulang dan prategang, komposit serta jembatan baja. Dari keempat material tersebut, baja menjadi salah satu material yang sering digunakan karena dari segi kekuatan baja mempunyai kuat tarik dan kuat tekan yang tinggi, sehingga dengan material yang sedikit bisa memenuhi kebutuhan struktur. Keuntungan lain bisa menghemat tenaga kerja karena besi baja diproduksi di pabrikan dilapangan hanya memasang saja. Setelah selesai masa layan, besi baja bisa dibongkar dengan mudah dan dipindahkan ke tempat lain dan juga bisa dengan mudah diperbaiki dari karat. Kelebihan lainnya dalam hal pemasangan, jembatan baja di lapangan lebih cepat dibandingkan dengan jembatan jika menggunakan material lainnya.

Beberapa konfigurasi jembatan rangka baja diantaranya adalah tipe Howe, Pratt, Warren, "K" truss dan Baltimore. Konfigurasi jembatan ini terus dikembangkan untuk mendapatkan desain

yang efisien dan ekonomis namun tetap aman jika digunakan. Konfigurasi jembatan yang sudah ada dimodifikasikan dengan menambahkan beberapa batang ataupun mengurangi batang tertentu.

Jembatan rangka baja Australia kelas A mempunyai bentuk konfigurasi jembatan warren. Jembatan ini mempunyai ciri khas elemen diagonal tanpa elemen vertikal. Pada jembatan tipe ini sambungan batang di setiap buhul mempunyai jarak yang relatif besar sehingga, pelat sambung mengalami tegangan yang berlebih akibat momen sekunder yang bekerja dan gaya yang tidak ditransfer ke batang lain secara langsung.

Penambahan batang tegak lurus pada Jembatan rangka baja Australia kelas A diharapkan bisa mempengaruhi kemampuan layan jembatan yaitu mengurangi lendutan. Konfigurasi batang yang dipakai sama seperti pada jembatan tipe Australia, hanya saja ditambahkan batang tegak lurus pada konfigurasi batang yang membentuk segitiga dengan satu sudut lancip berada di atas.

Jembatan rangka baja Australia kelas A ini sudah banyak diproduksi dan digunakan, namun masih perlu dilakukan modifikasi serta pengkajian agar diperoleh desain yang efektif dan ekonomis. Oleh karena itu dilakukan modifikasi mengenai konfigurasi batang tipe jembatan ini yaitu, penambahan batang tegak lurus pada jembatan rangka Australia kelas A serta pemodelan sambungan buhul jembatan tersebut dengan mengondisikan bertemunya setiap batang pada buhul. Dengan melakukan kedua modifikasi tersebut maka akan diketahui desain mana yang lebih unggul dari segi lendutan, kekuatan pelat buhul, maupun dari segi kebutuhan material baja.

## **TUJUAN PENELITIAN**

- a) Mengetahui perbedaan lendutan yang terjadi antara jembatan rangka baja Australia kelas A dan jembatan rangka baja Australia kelas A dengan modifikasi batang tegak lurus.
- b) Mengetahui perbedaan tegangan yang terjadi pada pelat sambung buhul dengan gaya batang terbesar antara jembatan rangka baja Australia kelas A dan jembatan rangka baja Australia

kelas A dengan modifikasi sambungan buhul.

- c) Mengetahui perbedaan kebutuhan material antara jembatan rangka baja Australia kelas A dan jembatan rangka baja Australia kelas A dengan modifikasi batang tegak lurus.

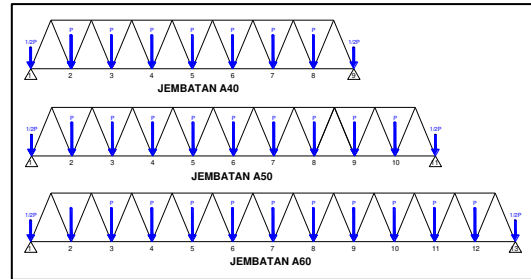
### METODE PENELITIAN

Model jembatan yang dipakai adalah jembatan rangka baja Australia kelas A dengan bentang 40 m, 50 m dan 60 m yang pada pembahasan selanjutnya dinamakan A40, A50 dan A60 serta jembatan rangka baja Australia kelas A dengan penambahan batang tegak lurus dengan variasi bentang yang sama. Modifikasi ini pada pembahasan selanjutnya dinamakan M40, M50 dan M60. Pada studi ini dimensi yang dibedakan adalah pada panjang bentang, sehingga untuk dimensi lebar jembatan kedua jenis jembatan yang dianalisis adalah sesuai dengan spesifikasi dari Bina Marga

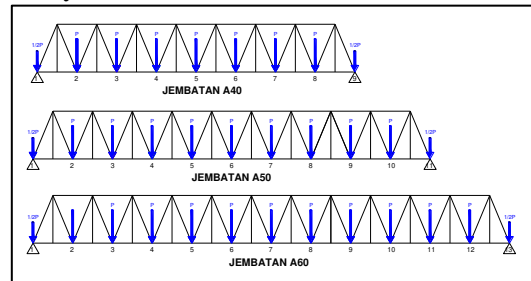
Pemodelan pertama yang dilakukan pada dasarnya hanya menggunakan satu buah model jembatan tipe warren yang merupakan bentuk jembatan rangka baja Australia kelas A itu sendiri. Sedangkan model jembatan pembandingnya ditambahkan batang tegak lurus. Kedua jembatan ini masing - masing dibuat bentang 40 m, 50 m dan 60 m. Kedua model tersebut menggunakan perletakan sendi dan akan dianalisis dengan pembebanan dengan beban rencana yang sudah ditentukan dengan menggunakan *STAAD Pro V8i*.

Pada analisis lendutan ini dilakukan dua jenis metode pembebanan yaitu, pembebanan secara menyeluruh pada titik buhul dan pembebanan tidak menyeluruh atau sebagian titik buhul (dikondisikan seperti beban berjalan) dengan beban yang diberikan merupakan beban yang ditransfer dari gelagar melintang. Hal ini dilakukan untuk memperkuat asumsi mengenai pengaruh penambahan batang tegak lurus itu sendiri terhadap lendutan jembatan.

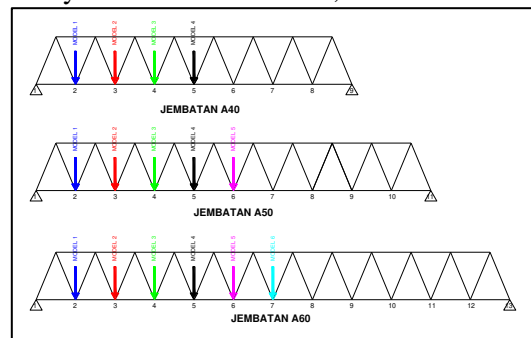
Pada pembebanan menyeluruh pada titik buhul, “P” adalah beban hidup rencana dari jembatan pada masing-masing bentang.



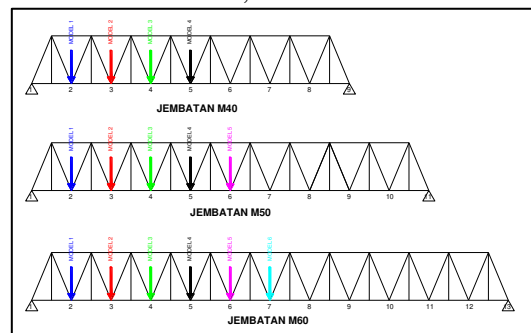
**Gambar 3.1** Pemodelan Pembebanan Menyeluruh Jembatan A40, A50 Dan A60



**Gambar 3.2** Pemodelan Pembebanan Menyeluruh Jembatan M40, M50 Dan M60



**Gambar 3.3** Pemodelan Beban Berjalan Pada Jembatan A40,A50 Dan A60



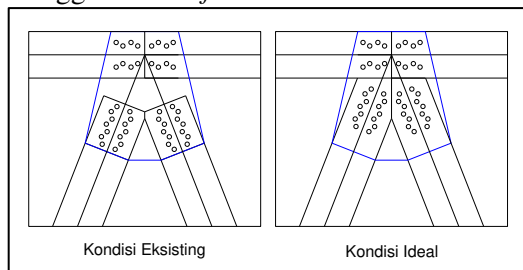
**Gambar 3.4** Pemodelan Beban Berjalan Pada Jembatan M40,M50 Dan M60

Pada analisis lendutan ini, dilakukan dua jenis analisis yaitu metode kerja virtual dan analisis menggunakan *software STAAD Pro V8i*. Pada analisis dengan metode kerja virtual, gaya batang yang digunakan adalah gaya batang hasil perhitungan *STAAD Pro*. Pada analisis metode kerja virtual dan *STAAD Pro* ini dilakukan dua jenis pemodelan struktur rangka pada *STAAD Pro* yaitu sebagai

struktur rangka yang tidak bisa menahan momen dan struktur rangka dengan sambungan semi rigid yang bisa menahan momen sebesar 20% momen jepit.

Pemodelan kedua adalah terhadap sambungan buhul dimana pada jembatan A40, A50 dan A60 pada sambungan buhulnya batang tidak bertemu pada satu titik tetapi hanya sampai pada batas maksimum batang itu bersentuhan. Kondisi ini merupakan kondisi eksisting sambungan buhul jembatan jenis ini. Sedangkan untuk kondisi yang ideal, maka batang batang dimodifikasi menjadi bertemu pada satu titik, dengan kata lain dilakukan pemotongan terhadap batang profil agar bisa memenuhi kondisi tersebut.

Sebagai tinjauan akan diambil sambungan buhul dengan gaya batang terbesar untuk bentang 60 m dan kemudian dianalisis terhadap tegangan pelat buhulnya dengan FEM (*Finite Elemen Metode*) menggunakan *software SAP 2000*.



**Gambar 3.5** Kondisi Eksisting Sambungan Buhul Dan Kondisi Ideal Setelah Dimodifikasi

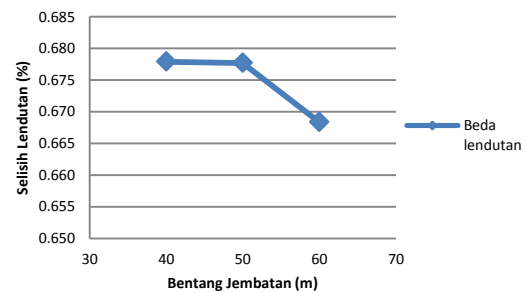
Setelah dilakukan analisa terhadap lendutan dan tegangan pelat buhul, maka dilakukan perhitungan kebutuhan material baja untuk rangka induk jembatan akibat penambahan batang tegak lurus. Material yang dibutuhkan dihitung dalam satuan kilogram (Kg). Perbandingan kebutuhan material yang dilakukan adalah untuk jembatan rangka baja Australia dan jembatan modifikasinya pada bentang 40 m, 50 m dan 60 m.

Dengan mengetahui kebutuhan material rangka induk ini maka bisa menjadi pertimbangan seberapa efektif penambahan batang tegak lurus untuk mengurangi lendutan dengan biaya yang dibutuhkan.

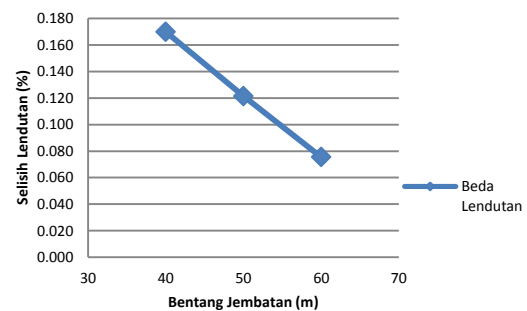
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Lendutan Jembatan Dengan Beban Menyeluruh

Analisis struktur menggunakan metode kerja virtual dan *STAAD Pro* dengan kondisi struktur rangka tidak bisa menahan momen tidak menunjukkan adanya perbedaan lendutan antara jembatan A40, A50, A60 dan jembatan M40, M50, M60 atau  $\Delta = 0\%$ . Hal ini dikarenakan konfigurasi segitiga rangka batang dapat menahan gaya aksial saja tanpa ada momen yang bekerja sehingga batang tegak lurus pada jembatan M40, M50 dan M60 nilai gaya batangnya adalah nol. Hal ini menjadi indikator bahwa batang tegak lurus itu tidak bekerja dan tidak akan berpengaruh pada lendutan yang terjadi. Berbeda dengan keadaan struktur dengan sambungan semi rigid, struktur rangka batang menjadi struktur rangka yang bisa menahan momen sehingga batang tegak lurus ini dapat menahan momen dan gaya aksial dan berpengaruh untuk mengurangi lendutan.



**Gambar 4.1** Grafik Hubungan Beda Lendutan Metode Kerja Virtual Akibat Penambahan Batang Tegak Lurus Pada Jembatan A40, A50 dan A60 Dengan Bentang Jembatan



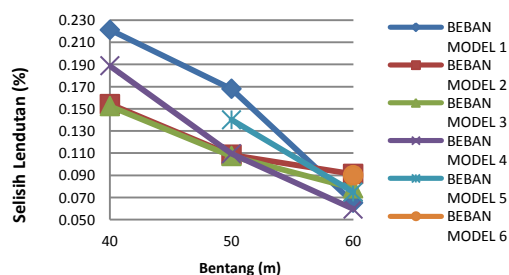
**Gambar 4.2** Grafik Hubungan Beda Lendutan Analisis *STAAD Pro* Akibat Penambahan Batang Tegak Lurus Pada Jembatan A40, A50 dan A60 Dengan Bentang Jembatan

Berdasarkan **Gambar 4.1**, penambahan batang tegak lurus tidak terlalu menunjukkan perbedaan lendutan yang besar pada masing-masing jembatan. Beda lendutan mulai dari yang terbesar yaitu pada jembatan bentang 40 m sebesar 0,6779%, jembatan bentang 50 m sebesar 0,6778% dan jembatan bentang 60 m sebesar 0,6684% namun masih menunjukkan trend semakin panjang bentang jembatan beda lendutan akibat penambahan batang tegak lurus menjadi semakin kecil.

Berdasarkan **Gambar 4.2**, besar beda lendutan yang didapat berbanding terbalik dengan panjang bentang jembatan. Beda lendutan mulai dari yang terbesar yaitu pada jembatan bentang 40 m sebesar 0,1698%, jembatan bentang 50 m sebesar 0,1213% dan jembatan bentang 60 m sebesar 0,0755%. Hasil ini menunjukkan trend semakin panjang bentang jembatan beda lendutan akibat penambahan batang tegak lurus menjadi semakin kecil. Jadi penambahan batang tegak lurus akan lebih signifikan mengurangi lendutan jika digunakan pada bentang jembatan yang pendek.

#### Lendutan dengan Beban Berjalan

Berdasarkan hasil analisis *STAAD Pro*, lendutan di tengah bentang dengan beban berjalan menggunakan beban hidup menunjukkan lendutan jembatan M40, M50 dan M60 dengan berbagai model pembebanan lebih kecil dari lendutan masing-masing jembatan A40, A50 dan A60. Sedangkan lendutan di tengah bentang akibat beban berjalan dengan memperhitungkan berat rangka menunjukkan hasil lendutan yang lebih besar pada jembatan M40, M50 dan M60 dibandingkan dengan masing-masing pada jembatan A40, A50 dan A60.



**Gambar 4.3** Grafik Hubungan Beda Lendutan Di Tengah Bentang Akibat Beban Berjalan Dengan Bentang Jembatan

Penambahan batang tegak lurus pada jembatan A40, A50 dan A60 dapat mengurangi lendutan akibat beban berjalan dengan selisih lendutan berurutan dari yang terbesar yaitu jembatan bentang 40 m, 50 m dan 60 m.

Pada analisis lendutan beban berjalan, beban mati yang berasal dari selain rangka induk jembatan ditiadakan karena memiliki nilai yang sama pada masing-masing jembatan A40, A50 dan A60 sehingga yang diperhitungkan hanya berat rangka induk masing-masing jembatan tersebut. Jika berat rangka induk diperhitungkan pada masing-masing jembatan maka yang terjadi adalah lendutan jembatan dengan penambahan batang tegak lurus M40, M50 dan M60 akan menjadi lebih besar dari lendutan jembatan A40, A50 dan A60.

Berdasarkan **Gambar 4.3**, maka pada setiap model pembebanan jembatan besar beda lendutan yang terjadi adalah berbanding terbalik dengan panjang bentang jembatan.

Pada model pembebanan di tengah bentang pada jembatan bentang 40 m (model empat) menunjukkan beda lendutan jembatan M40 sebesar 0,1888% lebih kecil dari jembatan A40, sedangkan pada jembatan bentang 50 m (model lima) menunjukkan beda lendutan jembatan M50 sebesar 0,14% lebih kecil dari jembatan A50 dan pada jembatan bentang 60 m (model enam) menunjukkan beda lendutan jembatan M60 sebesar 0,0901% lebih kecil dari jembatan A60. Jadi penambahan batang tegak lurus akan lebih signifikan mengurangi lendutan jika digunakan pada bentang jembatan yang pendek.

Besarnya lendutan adalah berbanding terbalik dengan luas penampang profil batang, sehingga mengurangi lendutan sama dengan memperbesar profil batang dan akan menambah beban mati yang ada. Sehingga untuk menanggulangi masalah ini pada jembatan bisa dibuat chamber dengan anggapan bahwa pada saat beban mati bekerja pada awal jembatan didirikan, lendutan akibat beban mati berada pada sumbu nol dan ketika beban hidup bekerja maka lendutan mulai dihitung akibat beban hidup.

Mengacu pada peraturan RSNI T-03-2005. Bahwa lendutan yang dihitung



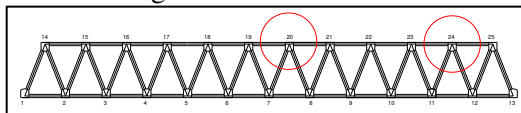
adalah berasal dari beban hidup dan besarnya tidak boleh melebihi  $L/1000$ , maka pada analisis lendutan dengan beban menyeluruh, besar lendutan jembatan A40 dan M40 adalah 3,0621 cm dan 3,0569 cm kurang dari  $L/1000 = 4000/1000 = 4$  cm. Lendutan jembatan A50 dan M50 adalah 4,5328 cm dan 4,5273 cm kurang dari  $L/1000 = 5000/1000 = 5$  cm. Lendutan A60 dan M 60 adalah 5,8251 cm dan 5,8207 cm kurang dari  $L/1000 = 6000/1000 = 6$  cm. Jadi ketiga variasi panjang jembatan dengan masing-masing modifikasinya telah memenuhi syarat lendutan.

#### Tegangan Pelat Buhul

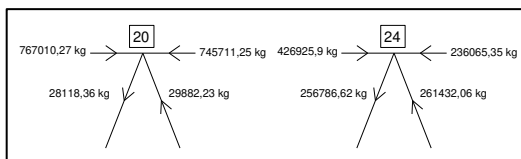
Model yang digunakan adalah sambungan buhul jembatan rangka baja Australia Kelas A bentang 60 m (Jembatan A60) pada titik buhul ke-20 dan ke-24. Kondisi eksisting ini akan dibandingkan dengan sambungan buhul yang dimodifikasi dengan batang-batang yang dipertemukan pada satu titik (kondisi ideal) terhadap tegangan pelat buhulnya.

Pada titik buhul ke-20 terdapat dua batang horizontal dengan masing-masing nilai gaya batang (-) 767010,27 kg dan (-) 745711,25 kg. serta dua batang diagonal dengan nilai gaya batang terbesar dengan masing-masing nilai gaya batang (+) 28118,36 kg dan (-) 29882,23 kg.

Pada titik buhul ke-24 terdapat dua batang horizontal dengan masing-masing nilai gaya batang (-) 426925,9 kg dan (-) 236065,35 kg. serta dua batang diagonal dengan nilai gaya batang terbesar dengan masing-masing nilai gaya batang (+) 256786,62 kg dan (-) 261432,06 kg. Tanda (-) merupakan batang tekan dan tanda (+) adalah batang tarik.



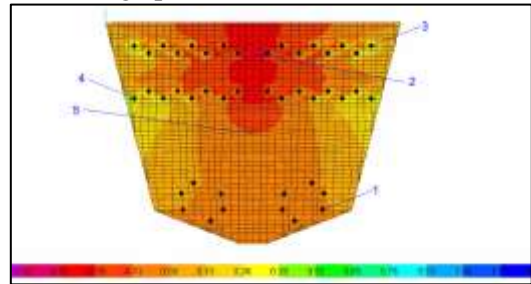
**Gambar 4.4** Lokasi Titik Buhul Ke-20 dan Ke-24 Pada Jembatan A60



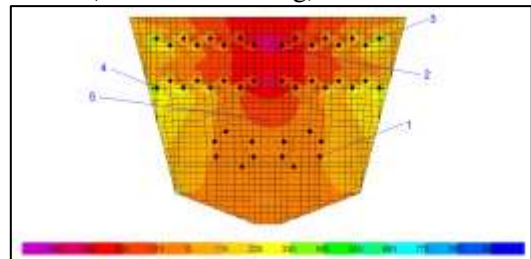
**Gambar 4.5** Besar dan arah gaya batang pada buhul ke-20 dan 24

Dimensi dan spesifikasi Pelat yang digunakan adalah berdasarkan *Gambar Standar Rangka Baja Bangunan Atas*

*Jembatan Kelas A* yang dikeluarkan oleh Bina Marga pada tahun 2005.



**Gambar 4.6** Contour Stress Pelat Buhul Ke-20 (Kondisi Eksisting)



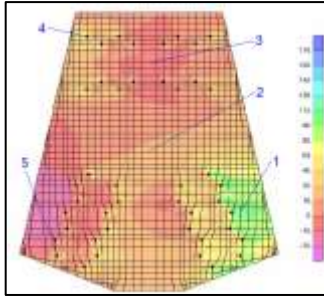
**Gambar 4.7** Contour Stress Pelat Buhul Ke-20 (Kondisi Ideal)

**Tabel 4.1** Tegangan Pelat Buhul Ke-24 Kondisi Eksisting Dan Ideal Pada Beberapa Titik

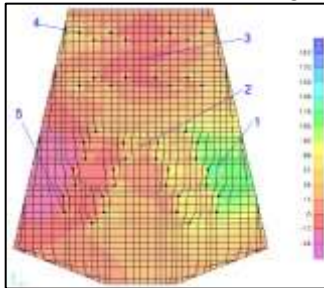
Titik	Tegangan (N/mm <sup>2</sup> )	
	Pelat Kondisi Eksisting	Pelat Kondisi Ideal
1	131,015	139,772
2	18,889	24,293
3	- 6,522	4,428
4	71,407	69,323
5	33,831	19,642

Sebagian besar titik menunjukkan tegangan pelat kondisi ideal lebih kecil dari pada tegangan pelat kondisi eksisting yaitu titik 3 pada baut pojok kanan atas batang horizontal sebesar 471,764 N/mm<sup>2</sup> sedangkan kondisi eksisting sebesar 535,193 N/mm<sup>2</sup>, titik 4 pada baut pojok kiri bawah batang horizontal sebesar 466,369 N/mm<sup>2</sup> dan kondisi eksisting sebesar 570,043 N/mm<sup>2</sup>. Pada titik 5 tengah-tengah pelat sebesar -133,32 N/mm<sup>2</sup> sedangkan kondisi eksisting sebesar -134,71 N/mm<sup>2</sup>.

Titik dengan tegangan pelat kondisi ideal lebih besar dari pada tegangan pelat kondisi eksisting adalah pada titik 1 pada daerah sebelah kanan baut batang diagonal sebesar -8,964 N/mm<sup>2</sup> sedangkan kondisi eksisting sebesar -8,114 N/mm<sup>2</sup>, titik 2 pada tengah-tengah atas pertemuan batang horizontal sebesar -379,023 N/mm<sup>2</sup> dan kondisi eksisting sebesar -374,143 N/mm<sup>2</sup>.



**Gambar 4.8** Contour Stress Pelat Buhul Ke-24 (Kondisi Eksisting)



**Gambar 4.9** Contour Stress Pelat Buhul Ke-24 (Kondisi Ideal)

**Tabel 4.23** Tegangan Pelat Buhul Ke-24 Kondisi Eksisting Dan Ideal Pada Beberapa Titik

Titik	Tegangan (N/mm <sup>2</sup> )	
	Pelat Kondisi Eksisting	Pelat Kondisi Ideal
1	131,015	139,772
2	18,889	24,293
3	- 6,522	4,428
4	71,407	69,323
5	33,831	19,642

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa beberapa titik menunjukkan tegangan pelat kondisi ideal lebih besar dari pada tegangan pelat kondisi eksisting yaitu titik 1 pada daerah sebelah kanan baut batang diagonal sebesar 139,772 N/mm<sup>2</sup> sedangkan kondisi eksisting sebesar 131,015 N/mm<sup>2</sup> dan titik 2 pada tengah-tengah pelat sebesar 24,293 N/mm<sup>2</sup> sedangkan kondisi eksisting sebesar 18,889 N/mm<sup>2</sup>.

Titik 4 pada baut ujung pelat batang horizontal kiri menunjukkan tegangan pelat kondisi ideal lebih kecil dari pada kondisi eksisting yaitu sebesar 69,323 N/mm<sup>2</sup> sedangkan kondisi eksisting sebesar 71,407 N/mm<sup>2</sup> begitu juga dengan titik 5 pada baut ujung bawah batang diagonal kiri menunjukkan nilai tegangan pelat sebesar 19,642 N/mm<sup>2</sup> lebih kecil dari pelat kondisi eksisting yaitu sebesar 33,831 N/mm<sup>2</sup> dan titik 3 pada tengah-tengah pertemuan

batang-batang horizontal sebesar 4,428 N/mm<sup>2</sup> lebih kecil dari kondisi eksisting sebesar -6,522 N/mm<sup>2</sup>.

Dari hasil kedua analisis terhadap dua tempat yang berbeda di atas yaitu pada buhul ke-20 dan ke-24 menunjukkan bahwa kondisi pelat eksisting mengalami tegangan yang lebih besar pada beberapa titik sekitar baut dari pada pelat kondisi ideal (modifikasi).

#### **Kebutuhan Material Jembatan**

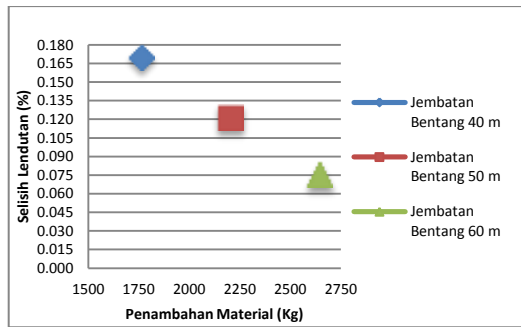
Hasil perhitungan kebutuhan material jembatan menunjukkan bahwa berat rangka induk jembatan A40 adalah 22661,214 Kg dan M40 sebesar 27860,272 Kg dengan selisih berat 5199,058 Kg. Untuk berat rangka induk jembatan A50 adalah 34763,465 Kg dan M50 sebesar 44198,833 Kg dengan selisih berat 9435,368 Kg. Sedangkan untuk berat rangka induk jembatan A60 adalah 58793,132 dan M60 sebesar 73198,124 Kg dengan selisih berat 14404,991 Kg.

Dengan membandingkan kebutuhan material antara jembatan A40, A50 dan A60 serta jembatan M40, M50 dan M60 terhadap lendutan yang dimiliki oleh masing-masing jembatan tersebut, maka bisa diketahui seberapa besar kebutuhan material yang dibutuhkan untuk mengurangi lendutan jembatan A40, A50 dan A60

**Tabel 4.2** Perbandingan Kebutuhan Material Rangka Induk Jembatan Dengan Beda Lendutan

Jembatan	Kebutuhan Material (Kg)	Penambahan Material (Kg)	$\delta$ (cm)	$\Delta$ (%)
A40	22661.2144	1762.5861	3.0621	0.1698
M40	24423.8005		3.0569	
A50	34763.4650	2203.2326	4.5328	0.1213
M50	36966.6976		4.5273	
A60	58793.1322	2643.8791	5.8251	0.0755
M60	61437.0113		5.8207	





**Gambar 4.10** Grafik Penambahan Material Dengan Beda Lendutan Jembatan

Dari **Tabel 4.2** dan **Gambar 4.10** diketahui bahwa untuk mengurangi lendutan jembatan A40 sebesar 0,1698% dibutuhkan tambahan material baja serat 1762,5861 Kg. Sedangkan untuk mengurangi lendutan jembatan A50 sebesar 0,1213% dibutuhkan material baja serat 2203,2326 Kg dan untuk mengurangi lendutan jembatan A60 sebesar 0,0755% dibutuhkan material baja serat 2643,8791 Kg. Sehingga hasil analisis kebutuhan material ini menunjukkan bahwa penambahan material baja sebagai modifikasi batang tegak lurus dapat mengurangi lendutan secara signifikan pada jembatan dengan bentang yang pendek.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan batang tegak lurus mempunyai pengaruh lebih besar dalam hal mengurangi lendutan jembatan pada bentang pendek dari pada bentang panjang. Dari hasil analisis didapatkan selisih lendutan antara jembatan modifikasi dan jembatan eksisting yaitu pada bentang 40 m sebesar 0,1698%, bentang 50 m sebesar 0,1213% dan bentang 60 m sebesar 0,0755%
2. Modifikasi buhul dengan mempertemukan batang-batang pada satu titik berpengaruh pada persebaran tegangan pada pelat penyambung. Kondisi pelat eksisting mengalami tegangan yang lebih besar pada beberapa titik sekitar baut dari pada pelat kondisi ideal (modifikasi)
3. Penambahan batang tegak lurus pada jembatan rangka baja Australia kelas A pada bentang 40 m membutuhkan

tambahan material baja serat 1762,5861 kg dan dapat mengurangi lendutan sebesar 0,1698%. Pada bentang 50 m dibutuhkan tambahan material baja serat 2203,2326 kg dan dapat mengurangi lendutan sebesar 0,1213%, sedangkan pada bentang 60 m dibutuhkan tambahan material serat 2643,8791 kg dan dapat mengurangi lendutan sebesar 0,0755%. Sehingga dari segi kebutuhan material baja dan selisih lendutan, penambahan batang tegak lurus untuk mengurangi lendutan lebih cocok diterapkan pada jembatan dengan bentang yang pendek.

### Saran

Dalam studi ini, dilakukan penyederhanaan terhadap pemodelan rangka jembatan pada software *STAAD Pro V8i* terhadap kondisi jembatan sebenarnya di lapangan sebagai sambungan semi rigid, namun untuk mendapatkan hasil yang lebih mendekati sebenarnya sebaiknya digunakan analisis menggunakan *finite element* dengan pemodelan secara utuh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Setyo M & Bambang Supriyadi, 2007. *Jembatan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Bina Marga No. 005/BM/2009, *Pemeriksaan Jembatan Rangka Baja*.
- Bina Marga No. 07/BM/2005, *Gambar Standar Rangka baja Bangunan Atas Jembatan Kelas A dan B*
- H.J. Struyk C.I. & K.H.C.W. Van Der Veen C.I. 1985. *Bruggen. Terj. Soemargono*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya 1987*
- Hibbeler, Russel C, 2002. *Struktural Analysis, third edition. Terj. Yaziz Hasan dan Drs. Masdin*. Jakarta : Prenhallindo
- RSNI T-03-2005 *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan*
- RSNI T-02-2005 *Standar Pembebanan Untuk Jembatan*
- Nasution, Thamrin. 2012. *Modul Kuliah "Struktur Baja II*. <http://thamrinnst.files.wordpress.com/2012/04/modul-1-pengenalan->

jembatan-baja.pdf. Diakses pada tanggal 18 Mei 2014

Willy C. Wungo. *Pengenalan Software Analisa dan Design Struktur Staadpro*.

[http://azissriyono.staff.umm.ac.id/files/2010/02/STAAD-](http://azissriyono.staff.umm.ac.id/files/2010/02/STAAD-TUTOR_06091.pdf)

TUTOR\_06091.pdf. (diakses 18 Mei 2014).